

40319

Inż. MIKOŁAJ CZYŻEWSKI.

---

# Ocena wartości koksu.

---

Odbitka z Przeglądu Górnico-Hutniczego.

SOSNOWIEC  
Druk. Edmund Mirek i S-ka  
1936.

26 - CZER 1970



~~32894~~

III. 40319



NUM 1142

2  
Alc. Nr. 136

BIBLIOTEKA GŁÓWNA AGH



1000327426



## Ocena wartości koksu.

Nie zważając na to, iż wszechstronnym oświetleniem jakości koksu zajmowało się wiele autorów, a przeprowadzono przytem wielką ilość badań tak laboratoryjnych, jak i w skali przemysłowej, i ogłoszono na ten temat dużo prac, to jednak wiele zjawisk, związanych z wpływem tych lub innych czynników na własności kokсів, dotychczas nie zostało należyście wyświetlone.

Na podstawie wyników badań kokсів Polskich i częściowo Czechosłowackich<sup>57</sup>), przeprowadzonych przezemnie stwierdziłem, że pewne własności termiczne koksu zmieniają się więcej lub mniej regularnie w zależności od stanu fizycznego oraz składu chemicznego badanych kokсів. Zmuszony jestem zaznaczyć, że zbyt wielka ilość czynników, sumarycznie działających na ogólne zachowanie się koksu, nie dała możliwości ustalić zgóry tych czynników, które mają decydujący wpływ na termochemiczne własności koksu. Tembardziej jest to trudnem do ustalenia, ponieważ w poszczególnych kokсах o różnych własnościach, jedne czynniki wpływają silniej lub słabiej na termochemiczne własności w innych zaś kokсах wpływ tych samych czynników jest całkiem odwrrotny.

Badając eksperymentalnie termochemiczne własności kokсів spotykamy się z wielu przeszkodami, które dotychczas niezupełnie zostały opanowane.

J. Perrött i A. Fieldner<sup>30</sup>) (1924) w referacie wygłoszonym w roku 1934 na zebraniu Amerykańskiego Stowarzyszenia Badania Materiałów (American Society for Testing Materials), omawiając własności i sposoby badania kokсів, zaznaczyli, że chociaż o jakości koksu można sądzić tylko na podstawie wyników wszechstronnych badań własności kokсів, a mianowicie: fizycznych, chemicznych, termochemicznych i mechanicznych, mimo to jednak należy uważać że dotychczas jedynem badaniem, dającym ściśle wyniki, jest oznaczenie składu chemicznego.

Poznanie termochemicznych własności kokсів oraz czynników, wpływających na te własności, jest rzeczą bardzo ważną wogóle, a w szczególności dla krajów, do których należy też i Polska, które nie posiadają dobrego koksującego węgla kamiennego, a tem samem nie mogą — narazie — wytwarzać koksu, własności którego całkowicie zadawalniałyby wymagania przemysłu hutniczego.

Przedewszystkiem, jak już nieraz wspominaliśmy, należy zwrócić uwagę na to, że kawałki koksu, otrzymane z węgla kamiennego zupełnie jednakowego pochodzenia, z jed-

nej i tej samej bryły koksowej, posiadają w gruncie rzeczy różne własności chemiczne, fizyczne i termochemiczne, co przy badaniach w wysokim stopniu utrudnia ustalenie zależności jednych własności od drugich.

Przy badaniu termochemicznych własności kokсів przy wysokich temperaturach jest nadzwyczaj trudno ustalić jednakowe warunki badania różnych próbek, co nie pozwala wyciągnąć ostatecznych wniosków na podstawie otrzymanych wyników.

Należy jeszcze raz przypomnieć, że dotychczas nie ustalono metody badania własności termochemicznych kokсів, co dałoby możliwość porównania wyników badań (przeprowadzonych przez różnych badaczy) kokсів pochodzących z różnych zagłębi, otrzymanych w różnych warunkach koksowania i t. d.

Nasuwa się pytanie: jakież własności koksu, które da się zbadać sposobami laboratoryjnymi, są decydującymi czynnikami, wpływającymi na ocenę dobroci koksu i, jaka powinna być różnica w cenie kokсів o różnych własnościach?

Celem niniejszego artykułu jest odpowiedzieć na powyższe pytania. Przedewszystkiem pragnę podać krótki przegląd literatury, poświęconej badaniom kokсів, a szczególnie ich termochemicznym własnościom.

### I. Przegląd literatury.

Badania termochemicznych własności kokсів rozpoczęto przed pół wiekiem. Pierwszym badaczem, który zainteresował się termochemicznymi własnościami kokсів, był Prof. Church<sup>52</sup>), który w roku 1878 zajmował się badaniem redukcyjnych zdolności kokсів w wielkim piecu, w zależności od własności kokсів, temperatury i ilości przepływającego powietrza.

Zdolność koksu redukowania w większym lub mniejszym stopniu CO<sub>2</sub> na CO nazwał Church spalnością koksu; nazwa ta utrzymała się do ostatniego dziesięciolecia, przy tem pod spalnością (Verbrennlichkeit; combustibility) rozumiano nie tylko zdolność koksu reagowania z CO<sub>2</sub>, lecz i z tlenem.

W ostatnich latach niektórzy autorzy zaznaczali, że pod spalnością, należy rozumieć zdolność koksu mniej lub więcej energicznego łączenia się z tlenem, natomiast zdolność koksu redukowania dwutlenku węgla należałoby nazwać „reakcyjnością” lub „redukcyjnością”.

Pomiędzy zwolennikami terminów starego i nowego powstał spór, który dotychczas nie jest jeszcze rozstrzygnięty, pomimo, że w

Ameryce w roku 1927, dla rozstrzygnięcia tego sporu terminologicznego, (spalność, reakcyjność, redukcyjność) był zwołany kongres, w którym wzięli udział sławy fachowe, a jednak ostatecznej decyzji nie powzięto<sup>5)</sup>.

W literaturze współczesnej tak polskiej, jak i obcej, można spotkać kilka terminów określających tą lub inną termochemiczną własność koksu w ten sposób, że w jednym wypadku różne terminy używają się jako synonimy, w drugim zaś ten sam termin używa się dla określenia różnych własności.

Bell<sup>1)</sup> (1885) i W. Thörner<sup>2)</sup> (1885) oznaczyli reakcyjność (względnie spalność) na

podstawie zmniejszenia wagi próbki koksu ogrzanej do pewnej temperatury wskutek spalania w określonej ilości powietrza lub CO<sub>2</sub>.

Wüst i Otto<sup>4)</sup> (1906) przepuszczali dwutlenek węgla przez warstwę koksu, ogrzanego do 1000°C. Stopniem lub miarą reakcyjności była, wyrażona w procentach ilość wagowa koksu zużytego na redukcję CO<sub>2</sub> w stosunku do zużytej do badania próbki.

Autorzy zbadali 62 próbek koksu tak odlewniczego, jak i wielkopieczowego.

Tablica I przedstawia wyciąg z pracy autorów, w której podane są wyniki średnie maksymalne i minimalne.

Tablica I.

Rodzaj koksu	Ciężar właściwy						Porowatość			Reakcyjność		
	pozorny			rzeczywisty			maksymalna	minimalna	średnia	maksymalna	minimalna	średnia
	maksymalny	minimalny	średni	maksymalny	minimalny	średni						
Wielkopieczowy . . . . .	1,00	0,77	0,90	2,04	1,72	1,87	67,30	38,39	53,34	9,56	1,44	5,07
Odlewniczny . . . . .	1,02	0,69	0,89	2,02	1,82	1,92	62,75	44,60	53,34	12,38	1,56	4,46

Z pracy Wüst'a<sup>4)</sup> i Ott'a możemy wnioskować:

1. że koks odlewniczny może posiadać daleko większą porowatość niż koks wielkopieczowy (wbrew dosyć utartemu zdaniu, że koks odlewniczny powinien być jaknajmniej porowaty).

2. że pomiędzy stopniem porowatości a reakcyjnością ściśle zależności nie istnieje.

O. Simmersbach<sup>5)</sup> (1913) przeprowadził doświadczenie z kokсами pochodzącymi z różnych zagłębi, między innymi z kokсами górnośląskimi. Przez warstwę ogrzanej próbki (10 gr) przepuszczało się powietrze, CO<sub>2</sub> lub gaz wielkopieczowy. Stopień reakcyjności (spalność) obliczało się sposobami, jak poprzednio.

Do roku 1921 większego zainteresowania termochemicznymi własnościami kokсів nie było i, prac poświęconych tym własnościom ogłoszono stosunkowo mało.

Możemy to tłumaczyć tem, że przemysł koksowy posiadał wystarczające zapasy dobrego węgla koksującego, z którego produkowało się koks pierwszorzędnej jakości, który całkowicie odpowiadał wymogom hutnictwa tak wielkopieczowego, jak i żeliwiakowego.

Zmniejszenie zapasów węgla koksującego z jednej strony, a z drugiej zwiększenie zapotrzebowania koksu, powstanie nowych ośrodków przemysłowych, odzyskanie po wojnie światowej, niepodległości przez niektóre państwa, co pociągnęło za sobą ustalenie nowych granic, i spowodowało uzależnienie wielkiego przemysłu żelaznego niektórych państw od innych, posiadających kopalnie węgla koksującego, nareszcie dążenie przedsiębiorstw do zmniejszenia kosztów własnych produkcji, które

w wielkiej mierze zależą od materiału opałowego, to wszystko wzięte razem, dało impuls do większego zainteresowania się tak własnościami koksu, jak i poszukiwaniem sposobów otrzymania koksu technicznego z tych węgeli kamiennych, z których zwykłym sposobem nie da się otrzymać dobrego koksu.

W roku 1921 H. Koppers<sup>6)</sup> ogłosił swoją pracę, w której na podstawie doświadczeń, przeprowadzonych w amerykańskich wielkich piecach, twierdzi, iż główną własnością, od której zależy rozchód koksu przy procesach wielkopieczowych, jest jego łatwopalność (wysoka reakcyjność).

Referat Koppers'a spowodował wielkie zainteresowanie tak wśród kół technicznych, jak i naukowych, wynikiem czego była wielka ilość prac teoretycznych i eksperymentalnych, przeprowadzonych tak w warunkach laboratoryjnych, jak i w skali przemysłowej.

H. Koppers<sup>8)</sup> (1922) dla oznaczenia spalności redukcyjnej zbudował mały, szybowy piecyk, do którego, przy badaniu różnych gatunków koksu, ładowano koks w kawałkach jednakowej wielkości i jednakowej warstwy.

Koks spalał się zapomocą tlenu powietrza.

Miarą lub stopniem spalności redukcyjnej była wysokość płomienia, który powstał nad szybem pieca wskutek spalania CO, wytwarzanego w piecu. Ponieważ wysokość płomienia zależała od procentowej zawartości CO w gazach spalinowych, to na podstawie wysokości płomienia można było sądzić o większej lub mniejszej ilości wytworzonego CO. Im większy był płomień, tem dany koks uważano za łatwiej spalny.

H. Koppers uważał, że głównym czynnikiem, wpływającym na spalność redukcyjną

koksu, są części lotne, a wobec tego zaproponował przyjąć za miarę spalności tą temperaturę, przy której zaczyna się energiczne wydzielanie części lotnych.

Wychodząc z powyższego założenia, dla oznaczenia spalności, próbkę koksu ogrzewało się zapomocą piecyka elektrycznego, w rurce kwarcowej, połączonej z naczyniem mierniczym, w którym mierzono wytworzone gazy. Temperaturę, przy której w ciągu jednostki czasu wytworzyło się najwięcej gazów, przyjęto jako miarę spalności dla porównania reakcyjnych zdolności koksów.

H. Koppers proponował ażeby dla otrzymania dobrego koksu wielkopieczowego (łatwopalnego) prowadzić koksowanie węgla kamiennego przy temperaturze  $825^{\circ}\text{C}$ .

A. Korevaar<sup>10)</sup> (1923) zaproponował oznaczenie spalności redukcyjnej (Verbrennlichkeit) w piecu szybowym w ten sposób, że przy jednakowych warunkach przepływającego powietrza zwiększać lub obniżać warstwę koksu tak, ażeby wysokość płomienia spalającego CO, powstałego przy spalaniu koksu, była jednakowa; w ten sposób spalność oznaczałoby się na podstawie wysokości warstwy koksu.

Im warstwa koksu była wyższą, tem koks powinien być więcej trudno spalnym\*).

A. Shermann i Blizard<sup>12)</sup> (1923) spalność i spalność redukcyjną oznaczali w piecyku szybowym o wysokości 762 i średnicy 343 mm; koks spalał się na rusztach.

Stopień spalności (spalność redukcyjna) oznaczało się z chemicznego składu gazów wylotowych zapomocą następującego wzoru:

$$V = \frac{\text{CO}_2 + \text{CO}}{2 \text{CO}_2 + \text{CO} + 2 \text{O}_2} \quad . \quad . \quad . \quad 1)$$

gdzie przez  $\text{CO}_2$ , CO i  $\text{O}_2$  oznaczono procentową zawartość dwutlenku węgla, tlenku węgla i tlenu w gazach wylotowych.

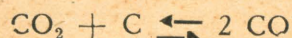
Na podstawie wyniku swoich badań autorzy zwrócili uwagę na to, że spalność zależy głównie od wysokości warstwy koksu, przytem im warstwa koksu była mniejsza, tem większe różnice otrzymano dla różnych gatunków koksu; natomiast przy zwiększeniu warstwy różnice te malały. Naprzykład przy 300 mm wysokości warstwy koksu różnica pomiędzy różnymi gatunkami badanych koksów była bardzo nieznaczna, z czego autorzy wyciągnęli wniosek, że dla celów praktycznych badanie spalności redukcyjnej jest bezcelowe, a wobec tego własność ta nie może być charakterystyczną dla koksu.

Prof. F. Häusser<sup>11)</sup> (1923) zaproponował jako miarę (stopień) spalności (Verbrennlichkeit) stosunek:

\*) Zdaje się, że metoda podana przez A. Korevaar'a praktycznie nie była zastosowana, przynajmniej wzmianek o tem w literaturze nie znalazłem.

$$S_r = \left( \frac{\sum C}{\sum O} \right) : \left( \frac{\sum C}{\sum O} \right)_{\max} \quad . \quad . \quad . \quad 2)$$

gdzie przez  $\left( \frac{\sum C}{\sum O} \right)$  oznaczono stosunek procentowej zawartości w gazach spalinowych ( $\text{CO}_2 + \text{CO}$ ) do tlenu, zużytego na wytworzenie  $\text{CO}_2$  i CO, a przez  $\left( \frac{\sum C}{\sum O} \right)_{\max}$  — oznaczono stosunek procentowej zawartości ( $\text{CO}_2 + \text{CO}$ ) do tlenu zużytego na wytworzenie tych składników w tym wypadku o ileby przy danej temperaturze w układzie C,  $\text{CO}_2$  i CO nastąpiła równowaga



W tablicy II są podane wartości obliczone dla  $\left( \frac{\sum C}{\sum O} \right)$  dla różnych temperatur, na podstawie następującego równania,

$$\frac{d \ln K}{d T} = \frac{d \ln \frac{p(\text{CO})^2}{p \text{CO}_2}}{d T} = \frac{q}{R T} \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

gdzie  $q$  oznacza ciepło reakcyjne.

Tablica II.

Temp. $^{\circ}\text{C}$	700	750	800	850	900	950	1000	1100	1200
$\left( \frac{\sum C}{\sum O} \right)_{\max}$	1,76	1,88	1,95	1,98	1,98	1,99	1,99	1,999	2,000

Jak widzimy z tabelki II stosunek  $\left( \frac{\sum C}{\sum O} \right)_{\max}$  w stanie równowagi dla temperatur, przekraczających  $900^{\circ}\text{C}$ , można przyjąć jako równy 2.

Wobec tego dla temperatur wyższych, równanie 2) dla obliczenia stopnia spalności będzie przedstawiać się jak następuje:

$$S_r = \frac{C}{\text{O}_2 \cdot 2} = \frac{\text{CO}_2 + \text{CO}}{2 (\text{CO}_2 + \frac{1}{2} \text{CO})} = \frac{\text{CO}_2 + \text{CO}^*)}{2 \text{CO}_2 + \text{CO}} \quad . \quad . \quad . \quad 4)$$

Przy obliczeniu spalności redukcyjnej, względnie reakcyjności według wzorów proponowanych przez A. Shermann'a i Blizard'a (wzór 1), oraz F. Häusser'a (wzór 2 i 3), otrzymujemy wielkości wyrażone w % w granicach 50 — 100%, to znaczy, że o ile w spalinach będzie tylko  $\text{CO}_2$ , to spalność redukcyjna (reakcyjność) wynosi 50% (koks idealnie trudno spalny), o ile zaś w spalinach będzie tylko CO (koks idealnie łatwopalny), to spalność redukcyjna wynosi 100%.

Z wspomnianych powodów uważam, że

\*) Ten wzór jest identyczny z wzorem 1), podanym przez Shermann'a dla wypadków o ile w spalinach nie znajduje się tlen.

powyższe wzory dla obliczenia spalności (reakcyjność) przedstawiają pewne niedogodności.

F. Häusser, badając spalność redukcyjną w generatorze laboratoryjnym, zwrócił uwagę na to, że dominujący wpływ na spalanie wywiera wielkość kawałków koksu użytego do badania. Im kawałki koksu były większe, tem spalanie redukcyjne było mniejsze.

F. Fischer, P. Breuer i H. Broch<sup>13)</sup> wnioskowali o reakcyjności koksu na podstawie zdolności tegoż do redukowania CO<sub>2</sub>. Dla badania reakcyjności używano ziarna koksu, które przeszły przez sito o 40 oczkach na cm<sup>2</sup>, a pozostały na sicie o 30 oczkach na cm<sup>2</sup>. Przez warstwę ogrzanego koksu przepuszczano czysty CO<sub>2</sub>. Jako miarę reakcyjności przyjmowano stosunek CO<sub>2</sub> do CO w gazach wylotowych.

Na podstawie własnych doświadczeń autorzy przysli do następujących wniosków.

1. Reakcyjność zależy głównie od rozwinięcia kontaktowej powierzchni ziarna koksu, ze zwiększeniem której wzrasta reakcyjność.

2. Zawartość części lotnych w koksie mało wpływa na reakcyjność. (H. Koppers twierdził przeciwnie).

3. Powtórne ogrzanie koksu w obojętnej atmosferze mało wpływa na reakcyjność.

4. Ilość CO przy temperaturze 900° C jest tem większa, im niższa była temperatura przy której zaczyna się wyraźna redukcja CO<sub>2</sub>.

G. Perrot i S. Kinney<sup>14)</sup> (1923) przeprowadzili doświadczenia nad spalnością koksów w jedenastu wielkich piecach i, na podstawie wyników badań, przysli do następujących wniosków:

1. Czas koksovania i temperatura koksovania nie mają większego wpływu na stopień spalności koksu.

2. Ciężar właściwy, porowatość i procentowa zawartość części lotnych w koksie nieznacznie wpływają na spalność koksu.

3. Głównym czynnikiem, który ma wpływ na spalność, jest wielkość kawałków koksu (analogiczne twierdzenie Häusser'a), czyli spalność głównie zależy od wytrzymałości koksu ścieralność (rozkruszalność).

Autorzy zaznaczają jednak, że ich wnioski nie mogą być przyjęte jako pewniki, ponieważ na spalność mogły wpływać inne czynniki, które przy doświadczeniach nie udało się dokładnie zbadać.

F. Heyd<sup>16)</sup> (1923) na podstawie rozważań teoretycznych uważa, że chemiczny skład popiołu jest głównym czynnikiem wpływającym na spalność (reakcyjność) koksu. Autor tłumaczy to tem, że krzemionka i tlenek glinu mogą wytworzyć szklistą masę, która pokrywałaby powierzchnię por, co — w pewnym stopniu — utrudnia przebieg reakcji pomiędzy gazami a koksem.

Oprócz tego autor przypuszcza możliwość tworzenia karbidów, a ponieważ normalnie dla tworzenia karbidów jest potrzebna stosunko-

wo wyższa temperatura niż osiąga się w piecu koksowym, to powstanie karbidów w piecu koksowym należy wytłumaczyć katalitycznymi własnościami wodoru.

Badanie przeprowadzone przez H. Broch'a<sup>15)</sup> (1923) nie potwierdziło hipotezy F. Heyd'a.

H. Broche<sup>15)</sup>, na podstawie dodatkowych badań twierdzi że powtórne prażenie koksu nie wpływa na reakcyjność tylko w tym wypadku, o ile ogrzewanie odbywało się stosunkowo krótko, natomiast przy ogrzewaniu dłuższem reakcyjność zmniejsza się.

Například przy ogrzewaniu koksu w atmosferze azotu do temperatury 1000°C, w ciągu 10 minut, reakcyjność pozostała prawie bez zmiany, natomiast przy ogrzewaniu dłuższem reakcyjność zmniejszyła się.

Autor skonstatował, iż po ogrzaniu na powierzchni koksu pozostały cząsteczki błyszczącego grafitu, ilość którego zależała od temperatury i czasu ogrzewania.

Przy ogrzaniu w atmosferze wodoru potrzebny był krótszy okres szasu ażeby otrzymać koks o wyraźnem zmniejszeniu reakcyjności.

Autor tłumaczy to tem, że w obecności wodoru powstaje metan, który następnie rozkłada się z wydzieleniem węgla w postaci grafitowej.

Po ogrzaniu koksu, zmniejszenie reakcyjności wywołuje powstały grafit, który naogół biorąc jest mniej reakcyjny niż węgiel chemicznie związany i bezpostaciowy, a oprócz tego cząsteczki grafitu zatykają pory powierzchniowe koksu, co powoduje zmniejszenie powierzchni, znajdującej się w kontakcie z gazami reagującymi.

Autor twierdzi, że dłuższy czas koksovania powinien zmniejszyć reakcyjność koksu.

Następnie autor podaje wyniki doświadczeń przeprowadzonych w celu udowodnienia (wbrew twierdzeniu F. Heyd'a), że popiół nie ma decydującego wpływu na reakcyjność.

Badanie było przeprowadzone w następujący sposób. Część węgla spalono, a otrzymany popiół dodano do części węgla tego samego gatunku. Z próbek bez dodania popiołu i z dodatkiem tegoż otrzymano koks, które następnie zostały przeprażone przy temperaturze 1000°C w atmosferze wodoru i zbadano na reakcyjność. Reakcyjność koksów otrzymanych z węgla kamiennego z dodaniem i bez dodania popiołu, różniła się nieznacznie.

Broche, na podstawie swych doświadczeń, przychodzi do wniosku, że wodór nie wpływa na tworzenie karbidów, jak to twierdzi F. Heyd i. że popiół może wpływać na reakcyjność tylko w sposób pośredni, a mianowicie odgrywając rolę katalityczną przy tworzeniu grafitu.

Schreiber<sup>17)</sup> (1923) uważa, że chemiczny skład popiołu koksu ma nieznaczny wpływ na reakcyjność, która zależy głównie

od substancji grafitowej, powstałej podczas koksowania z rozkładu metanu.

G. A g d e i F. R e c k e<sup>19)</sup> (1923), ażeby sprawdzić pogląd F. Heyd'a i Schreiber'a, oznaczyli reakcyjność koksów otrzymanych przy różnych temperaturach koksowania (500° — 1200°C), w rurze żelaznej.

Reakcyjność określono na podstawie temperatury zapalności zakładając, że ze wzrostem temperatury zapalności, reakcyjność maleje.

Autorzy przyszedli do wniosku, iż reakcyjność zależy od temperatury koksowania, od ilości wytworzonego grafitu, przytem największa różnica pomiędzy temperaturami zapalności była dla koksów otrzymanego przy koksowaniu 500° i 800°C; z tego można było wyciągnąć przypuszczenie, że najwięcej tworzy się grafitu przy temperaturach w granicach 500° — 800°C.

J. B r a u n<sup>20)</sup> (1923) ustalił, że koksując węgiel kamienny z dodaniem doń paku wytwarza się koks zawierający większą ilość grafitu niż przy koksowaniu bez dodawania paku. Według zdania autora grafit powstaje z rozkładu produktów destylacji paku.

H. B e r g e r<sup>27)</sup> (1924) zbadał spalność koksów otrzymanych z pięciu gatunków węgla kamiennego, przytem koksowanie każdego gatunku węgla odbywało się przy różnych temperaturach.

Autor przyszedł do wniosku, że spalność nie zależy od temperatury koksowania (Koppers twierdził przeciwnie), lecz od stopnia porowatości.

P. B a r d e n h e u e r i G. T h a n h e i s e r<sup>28)</sup> (1924) mieli za zadanie ustalić na podstawie jakich własności fizycznych można sądzić o reakcyjności koksów; w tym celu były przeprowadzone następujące doświadczenia:

1. Spalanie próbek koksów i węgla drzewnego w określonej ilości powietrza. (Verbrennlichkeit).

2. Oznaczenie temperatury zapalności (Zündpunkt).

3) Oznaczenie przepuszczalności koksów.

Dla oznaczenia spalności sproszkowane paliwo w ilości (0,2 gr) spalało się w strumieniu powietrza, przepływającego w ciągu dwóch godzin w ilości 7 lit. przez próbki koksów ogrzewane do różnych temperatur (200 — 900°C).

Znaleziono, że czas spalania koksów przy danej temperaturze jest o wiele dłuższy niż czas spalania węgla drzewnego, natomiast różnica w czasie spalania pomiędzy różnymi gatunkami koksów była nieznaczna.

Druga serja badań na spalność była przeprowadzona nie z sproszkowanym koksem, lecz z próbkami w postaci ziaren (3 — 4 mm) w ilości 3 gr ogrzanych do 600°C, powietrze przepływało w ciągu 27,5 minut z szybkością 0,21 l/min. Stopień spalności wyrażał się w mg spalonego C.

I przy takim badaniu spalności autorzy nie ustalili wielkiej różnicy pomiędzy różnymi gatunkami koksów.

Przy oznaczaniu temperatury zapalności, autorzy znaleźli, iż ta ostatnia zależy od czasu koksowania: im czas koksowania był dłuższy tem temperatura zapalności była wyższa.

Na podstawie swych doświadczeń autorzy przyszedli do wniosku, że pomiędzy temperaturą zapalności, a spalnością (reakcyjnością) nie istnieje określona zależność (w przeciwieństwie do poglądu Bunde<sup>9, 27)</sup>).

Przepuszczalność koksów zbadano sposobem podanym przez Wüst'a i Rütten'a<sup>29)</sup> dla oznaczenia przepuszczalności rud.

Za miarę przepuszczalności gazów została przyjęta ilość  $cm^3$  azotu (0° ciśnienie 780 mm Hg), która przepływała przez sześcianną o 10 mm boku, w ciągu minuty przy ciśnieniu 10 mm sł. H<sub>2</sub>O lub 20 mm sł. H<sub>2</sub>O.

Autorzy twierdzą, że od gazoprzepuszczalności koksów zależy spalność, ponieważ spalność powinna zależeć nie od stopnia porowatości, lecz od charakteru por (pogląd Perrot'a i Kinney'a<sup>14)</sup>), a wobec tego dla badania spalności (reakcyjności) przepuszczalność koksów może być stosowana dla pośredniego oznaczenia spalności.

F. R. S u t c l i f e i E. C. E v a n s<sup>21)</sup> (1923) w referacie wygłoszonym na Zgromadzeniu „Iron and steel Instituts“ podali między innymi sposób otrzymania koksów, który pomimo to, że posiadał porowatość tylko 22%, był więcej reakcyjny niż węgiel drzewny (porowatość około 75%).

To w dosyć wielkiej mierze udowadnia pogląd, że spalność (reakcyjność) nie zależy od stopnia porowatości, lecz tylko od rodzaju por.

J. P e r r o t t i A. F i e l d n e r<sup>30)</sup> (1924) w referacie wygłoszonym w Amerykańskim Stowarzyszeniu Badania Materiałów (American Society for Testing Materials) podali przegląd wszystkich metod badania koksów, stosowanych od roku 1924 i przychodzą do wniosku, że dla poznania własności koksów należy badać:

1. Wytrzymałość na ścieralność,
2. Chemiczny skład,
3. Ciężar właściwy pozorny i rzeczywisty,
4. Porowatość (w kawałkach koksów w jakich postępuje do pieca),
5. Wytrzymałość na spadanie,
6. Reakcyjność.

E. D i e p s c h l a g<sup>32)</sup> (1924) wypowiada pogląd, że wielka ilość przeprowadzonych doświadczeń dlatego nie doprowadziła do konkretnych wniosków o własności koksów, że z jednej strony koks jest bardzo niejednorodnym (niejednorodnym) materiałem, a z drugiej — że główne własności koksów: wytrzymałość na ścieralność, reakcyjność, zależą od wielu różnych czynników.

H. Bähr<sup>33)</sup> (1924) stosował do badania reakcyjności koksu (reaktionsfähigkeit) próbki w ziarnach 2 — 3 mm. Próbkę w warstwie 100 mm, w pionowo ustawionej rurce, przez którą przepływał CO<sub>2</sub>, ogrzewało się do 900° C. Ogrzewanie odbywało się zapomocą pieca elektrycznego. Stopień reakcyjności oznaczało się z analizy produktów spalania, zapomocą następującego wzoru:

$$R = (100 \frac{0,0536 (CO_2 + CO)}{0,0714 CO + 0,1428 CO_2} - 37,5) \cdot 2,6667 \dots \dots \dots 5)$$

Wzór ten wyprowadzono z wzoru:

$$\frac{C_{\text{gaz}}}{O_{2\text{gaz}}} = \frac{12}{22,4} (CO_2 + CO) \frac{16}{22} (CO + \frac{32}{22,4} CO_2)$$

Na podstawie badań Bähr przyszedł do następujących wniosków:

1. Reakcyjność zależy od rodzaju (struktury) węgla w koksie; im struktura jest bardziej przybliżona do grafitu, tem koks jest mniej reakcyjny.

2. Stopień porowatości mało wpływa na reakcyjność.

3. Ilość części lotnych zupełnie nie wpływa na reakcyjność.

4. Na reakcyjność wpływają ciała katalityczne; najlepszymi katalizatorami były żelazo i sole FeCl<sub>3</sub> i Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.

Arend i Wagner<sup>34)</sup> (1924) oznaczali reakcyjność koksu, przepuszczając CO<sub>2</sub> przez rurkę porcelanową, w której był umieszczony cylindrycznie wycięty kawałek koksu o średnicy 30 mm, i wysokości 100 mm. Autorzy zbadali 22 próbki różnych gatunków koksu i węgiel drzewny.

Na podstawie danych z analizy gazów były sporządzone wykresy podobne do wykresów Bouduard'a, przytem w porównaniu z krzywą Bouduard'a — im przesunięcie otrzymanych krzywych było więcej w prawo (przy założeniu, że na osi odciętych odkładano temperatury), tem koks był mniej reakcyjny.

Liczbowo stopień reakcyjności obliczono procentowo na podstawie stosunku zredukowanego CO<sub>2</sub> do ogólnej ilości CO<sub>2</sub>.

$$R = \frac{CO}{2 CO_2 + CO} 100\% \dots \dots \dots 7)$$

Ze swoich badań autorzy wyciągnęli na stępujące wnioski:

1. Porowatość wpływa na reakcyjność. Ze zwiększeniem porowatości reakcyjność wzrasta; zależność ta istnieje tak dla koksov

pochodzących z jednego zagłębia, jak i dla koksov pochodzących z różnych zagłębi.

2. Dla koksov o jednakowej porowatości, pochodzących z różnych zagłębi, różnica pomiędzy reakcyjnością sięga 15%, co tłumaczy rodzajem C, który w badanych kokсах znajduje się w różnych postaciach.

3. Pomiedzy chemicznym składem węgla kamiennego, z którego otrzymano koks, a reakcyjnością regularna zależność nie istnieje.

4. Szybkość ogrzania przy koksovaniu wpływa na reakcyjność w ten sposób, że przy szybkim ogrzewaniu reakcyjność była mniejsza niż przy ogrzewaniu powolnym.

5. Przy dodaniu do węgla kamiennego niektórych dodatków reakcyjność zwiększa się znacznie

Tak naprzykład koks otrzymany z węgla kamiennego, do którego dodano 15% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> był bardziej reakcyjny niż koks otrzymany z węgla kamiennego bez dodania tlenu żelaza.

Prof. N. P. Czyżewski i E. Krasawin<sup>35)</sup> (1930) badali przy różnych temperaturach reakcyjność koksov zagłębia Donieckiego. Na podstawie procentowej zawartości CO<sub>2</sub> i CO zostały sporządzone wykresy; o reakcyjności badanego koksu wnioskowano na podstawie większego lub mniejszego przesunięcia krzywych w porównaniu do krzywej Bouduard'a.

Na podstawie otrzymanych danych zrobiono następujące wnioski: Reakcyjność zależy:

1. od rodzaju węgla kamiennego, z którego otrzymano koks,

2. od czasu i temperatury koksovania,

3. porowatość badzo mało wpływa na reakcyjność,

4. części lotne zwiększają reakcyjność.

Prof. inż. R. Dawidowski<sup>36)</sup> na podstawie doświadczeń przeprowadzonych w skali przemysłowej stwierdza, iż reakcyjność koksu zależy głównie od wielkości kawałków koksu.

Należy jeszcze wspomnieć o wszechstronnych badaniach koksov angielskich, przeprowadzonych przez „Midland Coke Rescharch Commite<sup>38)</sup>”, który znajduje się przy Shiffeld'skim Uniwersytecie pod kierownictwem Prof. R. W. Wheeler'a.

Wspomniany Komitet, między innymi, opracował metodę dla oznaczenia temperatury spalania i reakcyjności. Koks o ziarnistości 38,1 — 25,4 mm, spalano w warstwie 355,5 mm, na rusztach o powierzchni 0,3048 m<sup>2</sup>. Stopień reakcyjności (spalność redukcyjna) oznaczano na podstawie procentowej zawartości CO na wysokości 101,5 mm nad rusztami. Wyniki badań dla niektórych koksov podano w tablicy III.

Tablica III.

Sygnal koksu	Charakter węgla	Wytrzymałość na zrzucanie	Porowatość w %	Ciężar właściwy substancji organicznej	Maksymalna temperatura spalania w °C	Średnia temperatura spalania w °C	Wysokość w mm nad rusztami na której gazy zawierają 20% CO	Wysokość mm nad rusztami na której zanika O <sub>2</sub>	Zawartość CO w % na wysokości 101,5 mm nad rusztami.
3 D	72 godz. koks z pieców ulowych . . . . .	85	36,2	1,88	1800	1600	305	152,5	0,5
3 C	48 godz. koks z pieców ulowych . . . . .	84	49,2	1,88	1790	1555	305	127	0,5
20 A	—	88	55,6	1,91	1775	1595	305	152,5	0,5
3 E (VIII)	—	89	47,4	1,86	1720	1565	254	127	1,0
3 F	—	91	54,6	1,88	1710	1565	228	127	1,5
31 A	72 godz. koks z pieców ulowych . . . . .	92	53,8	1,95	1700	1585	154	127	1,5
39	—	97	57,5	1,93	1675	1570	305	152,5	2,0
3 E (I)	—	66	51,5	1,93	1665	1545	305	127	1,5
51 B	Węgiel nie spiekający się zmieszany z piaskiem .	95	53,2	1,67	1630	1425	228	101,5	5,0
17 E	Węgiel słabospiekający się	73	58,0	1,71	1590	1430	154	101,5	6,5
52	Sztuczny grafit . . . . .	90	28,4	2,14	1560	1440	228	127,0	6,5

Na podstawie otrzymanych danych Autorzy wyprowadzają następujące wnioski:

1. Reakcyjna zdolność różnych gatunków koksu o jednakowej ziarnistości jest prawie jednakowa. Otrzymane różnice należy przypisać jakości węgla; z węgla słabospiekających się otrzymuje się koks o większej reakcyjności.

2. W jednakowych warunkach spalania koks, o wysokiej reakcyjności — w większości wypadków — wytwarzał niższą maksymalną temperaturę spalania.

3. Zwiększenie kawałków koksu obniża reakcyjną zdolność, natomiast podwyższa temperaturę spalania.

4. Przy zwiększeniu wdmuchu powietrza, zwiększa się temperatura spalania i odpowiednio zwiększa się ilość spalonego koksu.

Stosując powyższe wnioski do procesów wielkopiecowych, przyjmują, że:

1. Obecność drobnego koksu obniża temperaturę spalania.

2. Wystarczającą temperaturę w garze wielkiego pieca można osiągnąć z większym ekonomicznym wynikiem, spalając koks mniej reakcyjny o małej zawartości drobnych kawałków.

3. Wielkość kawałków i wytrzymałość wpływa na warunki spalania w garze w większym stopniu niż zdolność reakcyjna.

Z podanego przeglądu prac, poświęconych termochemicznym własnościom koksu, oraz badań przeprowadzonych przezemnie<sup>57)</sup>, widzimy, że nie została ustalona zgodność poglądów co do zależności termochemicznych własności od tych lub innych czynników, wręcz przeciwnie — mamy szereg sprzeczności.

O ile, na przykład, jedni autorzy twierdzą, że reakcyjność zależy od porowatości, to inni znów kategorycznie temu zaprzeczają i t. d.

Z naszego punktu widzenia, sprzeczności te są raczej pozorne niż rzeczywiste.

Eksperymentator, który na podstawie swoich doświadczeń wyprowadził jakikolwiek wniosek, miał pewną słuszność; sprzeczność zaś w poglądach różnych autorów co do wpływu na reakcyjność tych lub innych własności koksu, polega na tem, że jedni badacze mieli do czynienia z koksami, w których dominujący wpływ na reakcyjność miała jedna własność — na przykład stopień porowatości, inni zaś — z koksami, o innych własnościach, w których jakiś inny czynnik najwięcej wpływał na reakcyjność, przytłumiając wpływ innych własności.

Na podstawie wyników badań, przeprowadzonych przez różnych autorów, oraz danych otrzymanych przezemnie<sup>57)</sup> przy badaniu kokсів górnośląskich, spróbujemy zrobić ogólny wniosek o zależności reakcyjności (spalności redukcyjnej) od chemicznych i fizycznych własności kokсів.

Biorąc rzecz ogólnie możemy twierdzić, że ze zmianą fizycznych i chemicznych własności koksu powinny zmieniać się w większym lub mniejszym stopniu i własności termochemiczne.

Wyprowadzając wniosek o zależności reakcyjności koksu od innych własności, weźmiemy pod uwagę, że zmienia się jakakolwiek jedna własność koksu, inne zaś pozostają bez zmiany.

Przy takim założeniu reakcyjność i spalność redukcyjna będą zależeć od następujących wyników.

### 1. Stopień porowatości.

Przy zwiększeniu stopnia porowatości reakcyjność i spalność redukcyjna wzrastają.

### 2. Charakter por.

Reakcyjność i spalność redukcyjna wzrastają:

- a) ze zmniejszeniem wielkości por,
- b) ze zwiększeniem rozwinięcia powierzchni por.

### 3. Wielkość kawałków.

Ze zwiększeniem wielkości kawałków koksu reakcyjność lub spalność redukcyjna maleją.

### 4. Ciężar właściwy.

Ze zwiększeniem ciężaru właściwego substancji organicznej reakcyjność i spalność redukcyjna maleją.

### 5. Części lotne.

Ze zwiększeniem części lotnych reakcyjność i spalność redukcyjna wzrastają.

### 6. Popiół.

Reakcyjność i spalność redukcyjna może zależeć od ilości i chemicznego składu popiołu.

7. Własności termochemiczne w znacznej mierze zależą od tego w jakiej postaci węgiel znajduje się w koksie.

Ze wszystkich przeliczonych własności dominujący wpływ na reakcyjność i spalność redukcyjną mają następujące czynniki:

1. Wielkość kawałków koksu.
2. Zawartość substancji grafitowej w koksie.
3. Charakter por.

## II Na podstawie jakich własności należy oceniać koks.

Biorąc rzecz praktycznie tak wielkopiecowcy, jak i odlewnicy żądają, aby koks przy spalaniu w piecu przemysłowym wytwarzał jaknajwyższą temperaturę spalania, żeby rozchód tegoż był jaknajmniejszy i wreszcie, aby zawierał jaknajmniej domieszek szkodliwych (siarka i fosfor).

W celu zadośćuczynienia tym wymaganiom, koks powinien posiadać następujące, nieodzowne własności:

1. wytrzymałość na twardość i ścieralność,
2. jaknajmniejszą spalność redukcyjną,
3. jaknajwyższą temperaturę spalania,
4. jaknajmniej popiołu i wilgoci,
5. jaknajmniej siarki i fosforu.

Inne własności, jak: porowatość, ciężar właściwy i t. d., bezpośrednio nieodgrywają

większej roli przy procesach hutniczych, a tylko mogą wpływać w ten lub inny sposób na wyżej wyliczone własności, względnie być od nich zależnymi.

Wartość opałowa zależy głównie od procentowej zawartości popiołu i wilgoci w koksie.

Dla odlewnika jest rzeczą obojętną, czy koks będzie więcej czy mniej porowaty, natomiast wysoce nieobojętną jaką wytwarza temperaturę spalania.

Na podstawie wspomnianych własności należy oceniać koks, ponieważ tylko od tychże zależy czy wogóle koks nadaje się do wymaganego procesu hutniczego, a o ile nadaje się, to z jakim gospodarczym skutkiem może być zastosowany.

Może się zdarzyć, że przy używaniu do wielkiego pieca koksu o wielkiej zawartości siarki i fosforu, pomimo pierwszorzędnej jakości pod innymi względami, koszt odsiarczania i odfosforowania metalu, będą tak wysokie, że więcej opłacałoby się stosować gorszy koks, lecz o mniejszej zawartości siarki i fosforu.

### 1. Wytrzymałość na twardość i ścieralność (rozkruszość).

Do strefy spalania (poziom dysz) koks powinien wstępować w stanie jakmożna mniej rozkruszonym, co wysoce dodatnio wpłynie na ogólny przebieg procesu; jednostajność kawałków w naboju koksu o małej zawartości rozdrobionych kawałków, przyczynia się do wytworzenia wyższej temperatury spalania, mniejszej spalności redukcyjnej, oraz do równomiernego przepływu gazu. Większa ilość kawałków drobnych i mialu koksowego powoduje zaburzenia w piecu, co, w lepszym wypadku pociąga za sobą zwiększenie kosztów produkcji, a w gorszym — wogóle może uniemożliwić użycie małowytężnego koksu do danego procesu.

Badania wytrzymałości koksu na trwałość i ścieralność, w Polsce przyjęto przeprowadzać sposobem Micum<sup>59)</sup>.

Ilość koksu pozostałego na sicie o oczkach 40 mm przyjmuje się za stopień twardości, a przepadu przez sito o oczkach 10 mm — jako stopień ścieralności.

Twardość kokсів górnośląskich normalnie waha się w granicach 48 — 55, a ścieralność — 8 — 15. Nowsze próby koksowania węgla kamiennego z głębokich pokładów, (około 800 metrów), przeprowadzone przez jedną z koksowni górnośląskich, wykazały, że otrzymany koks posiadał stopień twardości 75; należy spodziewać się, że w najbliższej przyszłości koksownie polskie będą miały możliwość produkować koks o wysokiej wytrzymałości, który będzie posiadał własności nie tylko pierwszorzędного koksu wielkopiecowego, lecz będzie dobrym koksem odlewniczym.

Stopień twardości i ścieralności są charakterystyką wytrzymałościową jakości koksu,

a wobec tego byłoby wskazaniem połączyć obie wielkości w jedną liczbę, któraby mieściła w sobie tak stopień twardości, jak i ścieralności. Otrzymaną wielkość możnaby nazwać rozkruszością (wytrzymałość bębnowa), którą otrzymujemy z obliczenia zapo-  
mocą następującego wzoru:

$$W = \frac{r \cdot (100 - s)}{100} \quad . . . . . 7)$$

Przykład.

$W$  — rozkruszość.

$r$  — stopień twardości = 53.

$s$  — stopień ścieralności = 10.

$$W = \frac{53 \cdot (100 - 10)}{100} = 47,7\%$$

Koks, który po próbie bębnowej przeszedłby całkowicie przez sito o oczkach 10 mm, będzie posiadał rozkruszość 0%, natomiast koks, który pozostałby cały na sicie o oczkach 40 mm, miałby rozkruszość 100%.

W zależności od rozkruszości byłoby racjonalnym podzielić koksy na pięć klas. (Tablica IV.

Tablica IV.

Klasyfikacja koków według rozkruszości.

Klasa	Rozkruszość $W$	Twardość ok. $r$	Wytrzymałość na ścieraln. ok. $s$	Uwaga
I	100—80	100—85	0—5	Bardzo dobry (odlewniczy).
II	80—65	85—70	0—8	Dobry.
III	65—50	70—55	0—10	Średni.
IV	50—38	55—45	0—14	Słaby.
V	<38	<45	>14	Nie nadaje się do procesów hutnicz.

Podział koków na klasy według rozkruszości może mieć pewne praktyczne udogodnienie, ponieważ będzie można różniczkować cenę koksu według przynależności do tej lub innej klasy, wychodząc z założenia, że rozchód koksu dla danego procesu wzrasta ze wzrostem rozkruszości.

W Anglii<sup>58)</sup> cena koksu wielkopieczowego, pomijając zawartość popiołu, siarki i wilgoci, ustala się według wytrzymałości na zrzucanie. Przy stopniu wytrzymałości 97, cena koksu wynosiła (r. 1928) 20 szyl., natomiast przy wytrzymałości 81 — tylko 13 szyl. 6 pen.

## 2 Spalność redukcyjna.

Spalnością redukcyjną nazywamy zdolność koksu wytwarzania przy spalaniu większej lub mniejszej ilości CO względnie CO<sub>2</sub>, przyczem im więcej powstaje CO, to znaczy im więcej koksu spali się w jednostkę czasu przy jednakowych warunkach spalania, tem

koks będzie bardziej łatwopalny<sup>57)</sup>. Stopień spalności redukcyjnej ( $S_r$ ) wyrażamy stosunkiem części koksu spalonego na CO ( $G$ ) do ogólnej ilości spalonego koksu ( $G_1$ ).

$$S_r = \frac{G}{G_1} 100 = \frac{x}{x+y} \cdot 100 \quad . . . 8)$$

$x$  — procentowa zawartość CO w spalinach,

$y$  — procentowa zawartość CO<sub>2</sub> w spalinach.

Spalność redukcyjna zależy od własności fizyko-chemicznych koksu, od wielkości kawałków i od warunków, w jakich odbywa się spalanie.

Stopień spalności redukcyjnej wpływa na zwiększenie lub zmniejszenie rozchodu koksu dla danego procesu, szczególnie należy to odnieść do procesów żeliwiakowych.

Zilustrujemy to na przykładzie.

Żeliwiak pracuje, w jednym wypadku, na koksie A, w drugim zaś na koksie B.

Chemiczny skład spalin przy koksie:

	A	B
CO <sub>2</sub> . . . . .	17%	15%
CO . . . . .	5,5%	9,5%
S <sub>r</sub> . . . . .	24,5%	38,8%

Straty ciepłe wskutek niecałkowitego spalania wynoszą dla:

$$\text{koksu A} - 24,5 \cdot 0,7 = 17,15\%$$

$$\text{„ B} - 38,8 \cdot 0,7 = 27,16\%$$

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów i obliczeń możemy wyciągnąć następujące wnioski:

1. albo koks B będzie wytwarzać temperaturę spalania niewystarczającą dla odpowiedniego przegrzania żeliwa, a wobec tego koks ten nie nadaje się do celów odlewniczych,

2. albo temperatura wytworzona przy spalaniu koksu B będzie zadawalniająca, to przy użyciu koksu A, o mniejszym stopniu spalności redukcyjnej, rozchód powinien być mniejszy.

Najlepszym koksem dla procesów żeliwiakowych byłby taki, który przy spalaniu wytwarzałby tylko CO<sub>2</sub> (spalność redukcyjna 0), a temsamem byłaby osiągnięta najwyższa temperatura spalania.

Koks wielkopieczowy powinien wytwarzać wysoką temperaturę w jaskini spalania przy jednoczesnej zdolności do szybkiego spalania się tylko na CO (spalność redukcyjna 100); ponieważ drugi warunek znajduje się w sprzeczności z pierwszym, to w celu osiągnięcia wysokiej temperatury stosuje się ogrzanie dmuchu.

Ażeby koks w jaskini spalania szybko i całkowicie spalał się na CO, powinienby posiadać najwyższy stopień spalności redukcyj-

nej, o ile jednak przypomniemy, że w garze wielkiego pieca panuje tak wysoka temperatura, iż stan równowagi następuje prawie momentalnie, przy którym na pewnej odległości od dysz w gazach reagujących, nie może znajdować się  $\text{CO}_2$ , to jasnym będzie, że wpływ stopnia spalności reakcyjnej na przebieg spalania w wielkim piecu jest minimalny, a wobec tego spalność redukcyjna w strefie spalania koksu nie odgrywa żadnej roli

W głównych warstwach wsadu wielkiego pieca (szyb) koks może redukować  $\text{CO}_2$  na  $\text{CO}$ , co jest nieporządaniem; intensywność tej redukcji zależy od stopnia spalności redukcyjnej, który wobec tego powinien być jaknajmniejszym.

Możemy więc powiedzieć, że zdolność redukcyjna koksu wielkopieczowego powinna być jaknajmniejsza, ponieważ nie odgrywa roli w strefie spalania, natomiast przyczynia się do intensywniejszego przebiegu nieporządaných reakcji w wyższych warstwach wielkiego pieca.

Oznaczając na podstawie chemicznego składu końcowych produktów spalania koksu w piecach przemysłowych, spalność redukcyjną według wzoru 8), możemy sposobem prostym dokładnym i szybkim obliczyć straty wskutek spalania się koksu na  $\text{CO}$ , ilość koksu spalonego na  $\text{CO}$  i  $\text{CO}_2$ , a również możemy wnioskować w jakim stopniu nadaje się ten koks dla danego procesu.

Przy oznaczaniu spalności redukcyjnej sposobami laboratoryjnymi możemy tylko ustalić różnicę spalności redukcyjnej pomiędzy różnego rodzaju zbadanymi kokсами dla określonych warunków badania. Na podstawie otrzymanych wielkości nie możemy wnioskować o tem, czy koks nadaje się dla tego lub innego procesu.

Wobec tego zdawałoby się, że badania laboratoryjne dla celów praktycznych są bezcelowe. W rzeczywistości takby i było, o ilebyśmy sądzili o jakości koksu tylko na podstawie wyników badania na spalność redukcyjną; natomiast o ile będzie nam wiadoma rozkruszość, możemy zrobić pewne przypuszczenia o tem, jaki ze zbadanych kokсів najbardziej nadaje się dla danego procesu.

Mamy dwa gatunki koksu o jednakowej wytrzymałości, badania laboratoryjne wykazały różny stopień spalności redukcyjnej. W tym wypadku według prawdopodobieństwa koks o większej spalności redukcyjnej będzie gorszym materiałem opałowym dla celów żeliwniawych. O ile przypuścimy, że będziemy mieć dwa gatunki koksu o różnej wytrzymałości, i o różnych stopniach spalności redukcyjnej, to należy uważać, że koks o wyższej wytrzymałości, chociażby i posiadał większy stopień spalności redukcyjnej, będzie lepszym dla procesów wielkopieczowych, ponieważ wielkość kawałków wpływa na warunki spalania w garze w większym stopniu niż zdolność redukcyjną.

Należałoby opracować i znormalizować sposób oznaczenia spalności redukcyjnej w warunkach laboratoryjnych, co dałoby możliwość wprowadzić tą, tak ważną, własność koksu, jako cechę charakterystyczną dla oceny dobroci koksu.

### 3. Temperatura spalania.

O wpływie różnych czynników na temperaturę spalania, o badaniach laboratoryjnych przebiegu temperatury spalania, dosyć obszernie zostało omówione w pracach Dra E. Kaspera<sup>61)</sup>, a także w pracach autora<sup>57, 60)</sup>.

Dobroć koksu, pod względem temperatury spalania, wytworzonej przy badaniach laboratoryjnych, należałoby wyrazić liczbami nieabsolutnymi, określającymi najwyższe temperatury spalania, które w gruncie rzeczy są względne i zależą od wielu czynników, lecz w procentowych stosunkach do maksymalnych temperatur, wytworzonych w analogicznych warunkach badań przy spalaniu paliw, przyjętych jako wzorce. Przyjmujemy za 0% maksymalną temperaturę spalania węgla drzewnego określonego rodzaju, zaś za 100% maksymalną temperaturę spalania jakiegokolwiek paliwa grafitowego, (najlepszy koks odlewniczy) o wysokiej temperaturze spalania. Paliwa o wysokiej i niskiej temperaturze spalania powinny być konkretnie ustalone i przyjęte jako wzorce.

Oznaczając przez:

- $t_1$  — maksymalną temperaturę spalania wzorca o niższej temperaturze spalania,
- $t_2$  — maksymalną temperaturę spalania wzorca o wyższej temperaturze spalania,
- $t$  — maksymalną temperaturę spalania badanego koksu.

$$N = \frac{100(t - t_1)}{t_2 - t_1} \% \quad \dots \quad 9)$$

Stopniem lub miarą dobroci koksu pod względem jego naturalnej temperatury spalania będziemy określać liczbą ( $N$ ), wyrażoną w procentach, którą nazwiemy liczbą temperatury spalania.

W tablicy V przytaczamy liczby temperatur spalania dla niektórych kokсів.

Tablica V.

Rodzaj paliwa	Liczba temperatury spalania
Koks odlewniczy (przyjęty za wzorec)	100
„ górnośląski L. I . . . . .	91
„ „ „ II . . . . .	83
„ „ „ III . . . . .	75
„ „ „ IV . . . . .	58
„ czechosłowacki wielkopieczowy	83
„ gazowniczy L. I . . . . .	50
„ „ „ II . . . . .	37
Węgiel drzewny (wzorec) . . . . .	0







BIBLIOTEKA  
GŁÓWNA



AKADEMII  
GÓRNICZO  
HUTNICZEJ

W 40319

*Nie*

*wypożycza się*

*NZB 1142*